

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-258186

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>B 23 K 26/00  
26/14

識別記号

3 1 0 B  
Z

庁内整理番号

7920-4E  
7920-4E

④3公開 平成2年(1990)10月18日

審査請求 有 請求項の数 25 (全 10 頁)

⑭発明の名称 レーザ溶接方法および装置

⑯特 願 平2-27345

⑰出 願 平2(1990)2月8日

優先権主張 ⑱1989年2月8日⑲米国(US)⑳307, 796

⑳発明者 パノン・デビット・ブラット アメリカ合衆国、オハイオ州、ハミルトン、ミルビル・アベニュー、719番

㉑発明者 エリック・ジェームズ・ホイットニー アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、パーネイ・アベニュー、730番

㉒発明者 アーネスト・ブラウン・クーパー アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、シヤロンビュウ・ドライブ、3908番

㉓出願人 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバーロード、1番

㉔代理人 弁理士 生沼 徳二

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

レーザ溶接方法および装置

## 2. 特許請求の範囲

1. ノズルを備え、このノズルが円錐台形外側ハウジングと、外側ハウジングより小さい円錐台形の円錐台形内側ハウジングとを含み、内側ハウジングが外側ハウジング内に両者の円錐台軸線を一致させてはまり、内側ハウジングが外側ハウジングに対して軸線方向に調節でき、外側ハウジングおよび内側ハウジングが両者間に収束する環状通路を画定し、さらに

レーザと、

レーザビームを上記外側および内側ハウジングの円錐台軸線に沿ってノズルの外部に位置する焦点まで方向づけする構成の光学装置と、

上記内側ハウジングの内部と連通し、内側ハウジングからレーザの焦点に向けてガスの流れを生成するガス供給装置と、

上記内側ハウジングと外側ハウジングの間の環

状通路と連通し、そこにキャリアガスと混合した微粉砕供給材料の流れを導入する供給装置とを備えるレーザ溶接装置。

2. レーザビームが内側ハウジングの中心線に沿って進む請求項1に記載の装置。

3. レーザが二酸化炭素レーザである請求項1に記載の装置。

4. 光学装置がレーザビームを焦点合わせするミラーを含む請求項1に記載の装置。

5. さらに環状通路内に配置された粉末堰を含む請求項1に記載の装置。

6. 供給材料の肩を基体上に溶着する方法であって、該方法が

レーザビームを基体の表面に十分に近い焦点に焦点合わせし、基体の1領域を溶融して溶接池を形成するレーザおよび光学装置を用意し、

微粉砕供給材料を溶接池にその周囲に均一に添加する諸工程とを含み、

上記添加工程は、両者間に収束する調整可能な環状通路を画定する外側ハウジングと内側ハウジ

ングとを有するレーザ溶接ノズルを用意し、供給材料をノズルに上記通路の発散端部で供給し、供給材料を上記通路の収束端部に向けて搬送することによって行なう方法。

7. 微粉砕供給材料をノズルに供給する前に流動化ガスと混合する請求項6に記載の方法。

8. 軸線方向のガスの流れを内側ハウジングの内部を通して基体に向けて差し向ける請求項6に記載の方法。

9. 軸線方向のガスがアルゴン、窒素、ヘリウム、水素およびこれらの混合物よりなる群から選ばれる請求項8に記載の方法。

10. 供給材料がチタン合金、ニッケル合金、コバルト合金および鉄合金よりなる群から選ばれる請求項6に記載の方法。

11. レーザの焦点が基体の内部に位置する請求項6に記載の方法。

12. レーザの焦点が基体の上に位置する請求項6に記載の方法。

13. (a) 互いに離開した第1および第2端

部を有し、ビーム通路が両端部間に延在し、レーザビームが第1端部を通して上記通路に入り、第2端部を通して上記通路から外に出る構成のノズル本体と、

(b) 上記第2端部を包囲し、第2端部から離開され、第2端部とともに環状通路を画定し、上記ビーム通路と同軸なレーザビームが通過できる開口を含むハウジングと、

(c) 上記ビーム通路と作動的に関連し、粉末を上記通路に粉末とビームが共通の位置に収束するように供給する手段とを備えるレーザ噴射ノズル組立体。

14. 上記ビーム通路と関連し、粉末を上記通路のまわりに均一に分配する手段を含む請求項13に記載の組立体。

15. 上記第2端部が円錐台形で、

上記ハウジングの下側部分が上記開口に向かって先細になっており、上記第2端部と相似形状をなし、第2端部との間に均一な寸法の間隙を画定する請求項13に記載の組立体。

— 3 —

16. 上記ノズル本体と作動的に関連し、上記本体を移動し、これにより上記第2端部を上記ハウジングの下側部分に対して位置決めする手段を含む請求項15に記載の組立体。

17. 上記ハウジングと作動的に関連し、上記ハウジングを冷却する第1冷却手段を含む請求項13に記載の組立体。

18. 上記ノズル本体の第1端部と作動的に関連し、上記第1端部を冷却する第2冷却手段を含む請求項17に記載の組立体。

19. 上記ノズル本体と関連し、レーザビームを焦点合わせする手段を含む請求項13に記載の組立体。

20. レーザビーム発生手段が上記ノズル本体と連結されている請求項19に記載の組立体。

21. (a) レーザビーム発生手段と、

(b) ほぼ円筒形の開口付きハウジングであって、上記レーザビーム発生手段と作動的に関連しレーザビームを受け取る第1端部と、加工品の近くに配置できる第2端部とを有し、上記第

— 4 —

2端部から出てくるレーザビームを加工品に差し向ける構成のハウジングと、

(c) 上記開口と同軸に上記第2端部に設けられた凹所であって、上記開口と同軸な出口を有する粉末分配室を形成する凹所と、

(d) 上記ハウジング内に同軸に配置された開口付きノズル本体であって、発生したレーザビームが通過するビーム案内通路を含むノズル本体と、

(e) 上記粉末分配室内に配置され同室に粉末を、ビームおよび粉末が上記ハウジングから外に出、共通な位置に収束するように分配する粉末分配手段と

を備えるレーザ肉盛り装置用ノズル。

22. (a) 上記ノズル本体が上記出口に隣接して配置された円錐台形部分を有し、

(b) 上記第2端部が上記出口に向かって先細になっており、上記円錐台形部分との間に間隙を画定し、

(c) 冷却手段が上記第2端部と作動的

に関連している請求項 2 1 に記載のノズル。

2 3. 上記ノズル本体と関連した移動手段が、上記本体をその軸線に沿って移動して、上記間隙を調整し、これにより上記出口を通る粉末の流れを制御する請求項 2 1 に記載のノズル。

2 4. (a) 中心ビーム通路および環状の同軸な粉末分散室を有するレーザノズル組立体を設け、

(b) 加工品を上記ノズル組立体の出口付近に配置し、

(c) レーザビームと粉末を加工品上の共通な位置に同時に差し向け、レーザビームにより加工品の薄い層を溶融するとともに、粉末を溶融層内に分散させ、

(d) 上記ノズル組立体を加工品に対して前進させる諸工程を含むレーザ肉盛り方法。

2 5. 上記ノズル本体と作動的に関連し上記本体をその軸線に沿って移動する移動手段が、上記円錐台形部分の上記先細部分に対する間隔を調節し、これにより出口を通る粉末の流れを調整する請求項 2 3 に記載の組立体。

— 7 —

層を付加する。この技術は多くの目的に広く用いられており、軟らかい基体材料に硬い表面層、たとえば耐摩耗性被膜を付加するのに、また損傷、摩損した部品や、最初に所定寸法より小さく作製された部品を補修または肉盛りするのによく用いられている。この発明は主として表面溶接を取り扱うが、他の溶接用途に利用することもできる。

溶接法において基体および供給材料を溶融するのに用いるエネルギーを供給するのに、多数の異なる種類の熱源が用いられている。通常電気アークおよびトーチを用いる。摩擦溶接では摩擦により発生した熱を用いる。

近年、溶接作業で基体および供給材料を溶融するのにレーザが発生する強い熱を利用するようになった。米国特許第 4, 200, 669 号、第 4, 730, 093 号、および第 4, 743, 733 号にレーザ溶接方法が開示されている。いずれの場合も、工業用レーザの出力ビームを基体付近または基体内の点に焦点合わせし、その焦点に収束するレーザビームにより基体の入射表面領域を加

### 3. 発明の詳細な説明

この発明は供給材料を溶接部に添加する溶接方法に関し、特に基体および供給材料を溶融するエネルギーをレーザにより供給する溶接過程に関する。

#### 発明の背景

溶接は 2 つ以上の材料片を互いに接合する方法である。よく知られた形式の溶接では、溶接トーチを用いて 2 部品の対向面を溶融し、これらの対向面を互いに融接する。溶加材、すなわち供給材料を溶接区域に添加して特定の性質を付与するか、接合領域の一部を形成する。もっとも広義には、溶接は固体法、たとえば拡散結合により達成することもできるが、本明細書で用いる狭い意味では、接合すべき両材料を少なくとも部分的に溶融する必要がある。

別の形式の溶接では、基体の表面の 1 領域を溶融し、供給材料を溶融池に添加し、その結果供給材料と基体とを相互混合および融合させ、その後溶融材料を固化させることによって、基体に表面

— 8 —

熱し溶融する。所望に応じてレーザビームまたは溶融池に供給材料を導入することができる。レーザ加熱を用いると溶融性が大きいので、溶接や他の金属加工作業にレーザの使用が普及した。

レーザ溶接が実施可能であることは実証されているが、実際の用途ではしばしば不都合なことがあった。米国特許第 4, 200, 669 号に開示された装置では、粉末供給材料の流れをレーザビーム中に注入するが、ビームに対して粉末を精密に制御するのは困難である。米国特許第 4, 730, 093 号および第 4, 743, 733 号に示された方法は、制御可能性を大幅に向上させるが、粉末供給に方向成分を与えなければならない。すなわち、もしもレーザビームと基体の相対移動が米国特許第 4, 730, 093 号の第 5 図に図示された通りであると、粉末を溶接部の後側から供給することになる。そうではなくその相対的移動が紙面に直交する方向であると、特殊なキャリッジを設けて粉末導管を回動しなければ、粉末を溶接部の側部から供給することになる。その結果得

— 9 —

— 10 —

られる溶接部は、特性が基体と熱源との相対的移動方向によって変動するものとなる。

したがって、従来のレーザー溶接技術の利点を保ちながら、粉末の導入および完成構造の品質をうまく制御できる改良レーザー溶接方法および装置が求められている。この発明はこの要望を満たし、それに伴う利点を達成する。

#### 発明の要旨

この発明は、基体の加熱が制御でき、供給金属の導入に方向性がないレーザー溶接装置を提供する。したがって、溶接装置および基体の相対移動の方向が変わっても溶接部の性質は変わらない。隅部でしばらく停止させたり、溶接ヘッドの走行速度を変化させたりする必要がなく、溶接部の品質に影響を与えることの知られた変数の一つをなくすることができる。装置は小形で限定された空間に設置できる。供給材料の導入を正確に制御し、必要に応じて変化させ、また溶接池およびレーザービームの焦点に対する粉末の導入を簡単に制御することができる。

— 1 1 —

外側ハウジングおよび内側ハウジングが両者間に先細の環状通路を画定し、さらにレーザーと、レーザービームを上記外側および内側ハウジングの円錐台軸線に沿ってノズルの外部に位置する焦点まで差し向ける構成の光学装置と、上記内側ハウジングの内部と連通し、内側ハウジングからレーザービームの焦点に向けてガスの流れを生成するガス供給装置と、上記内側ハウジングと外側ハウジングの間の環状通路と連通し、そこにキャリアガスと混合した微粉碎供給材料の流れを導入する供給装置とを備える。

この発明はまた、外部から送給する供給材料でレーザー溶接する方法にも関する。この発明を加工工程の面から考えると、この発明による供給材料の層を基体の上に溶着する方法は、レーザービームを基体の表面に十分に近い焦点に焦点合わせし基体の1領域を溶融して溶接池を形成するレーザーおよび光学装置を用意し、微粉碎供給材料を溶接池にその周囲に均一に添加する諸工程を含む。

この発明に用いるレーザーおよび光学装置は、レ

この発明の供給材料を基体（母材）に溶着するレーザー溶接装置は、レーザーと、レーザービームを基体の表面に十分に近い焦点に焦点合わせし基体の1領域を溶融し、これにより溶接池を形成する手段と、供給材料を溶接池にその周囲のまわりに均一に供給する手段とを備える。好適な例では、供給手段が、相互間に先細の環状通路を画定する外側ハウジングおよび内側ハウジングを有するノズルを含み、供給材料をノズルに通路の末広端から供給して通路の先細端に向かって搬送する。このようにして、供給材料を溶接池の周囲に均一に供給する。溶接装置と基体の相対的移動の方向が変わっても溶接部には何ら方向性が認められない。

好適な実施態様についてさらに説明すると、このレーザー溶接装置は、ノズルを備え、このノズルが円錐台形外側ハウジングと、外側ハウジングより小さい円錐寸法の円錐台形内側ハウジングとを含み、内側ハウジングが外側ハウジング内に両者の円錐台軸線を一致させてはまり、内側ハウジングが外側ハウジングに対して軸線方向に調節でき、

— 1 2 —

レーザービームを基体の表面に十分に近い焦点に焦点合わせし、基体表面領域を溶融して溶接池を形成する。レーザーの実際の焦点は基体の表面の下でも上でもよく、表面に一致させてもよいが、いずれの場合にも焦点の領域でのエネルギー密度が基体材料を溶融するのに十分である。光学装置の格納箱の端部に取り付けられた円周方向ハウジングがレーザービームを包囲する。このハウジングは内側ハウジングと外側ハウジングとを含み、両者間に下向きかつ内向きに傾斜した環状通路が画定されている。ガス流で流動化した粉末を複数の各別の入口から環状通路の上端に供給し、この粉末は落下につれて環状通路のまわりに分配される。環状通路内に内壁を設けて円周方向の粉末の分配を高めることもできる。このような内壁または堰（ダム）を設けた場合、入口から導入された粉末は堰の裏側の空所に入り、その後堰から円周方向に均一なパターンであふれ出る。環状通路の下端の先細の開口は粉末を溶融した溶接池に向け方向づけする。粉末は溶接池に達する前にレーザービーム内に入り、

— 1 3 —

— 1 4 —

したがって溶接池に入るときには粉末は部分的または完全に溶融されてもよい。

軸線方向のガスの流れが内側ハウジング内を基体に向かって流れる。軸線方向のガスの流れは、溶接はねかえりや煙に対してバリヤとして作用することにより、レーザおよび光学装置の損傷を防止する。レーザビームのエネルギー密度が十分に高く、供給材料および基体材料のガス原子および蒸発原子を電離することによりプラズマを生成する場合には、軸線方向のガスの流れはレーザの焦点付近でのプラズマの形成にも貢献する。金属を溶着する場合、軸線方向のガスの流れは、供給材料を基体および溶接池に向けて差し向ける作用もなす。供給材料の加熱または溶融液滴が溶接池の溶融材料と混ざり、溶接部の混合物がビードとして固化する。供給材料を付加しているの、このビードは代表的には、基体の元の表面より上に突出する。

この発明のノズル組立体を用いれば、粉末の制御された流れを溶接池に導入することができる。

— 15 —

この発明の具体的な実施例としてレーザ溶接装置 10 を第 1 図に示す。この装置 10 はビーム 13 を発生するレーザ 12 を含み、レーザビームは光学装置 14 で収束されると、隣接する基体 16 の一部を溶融しかつ微粉砕材料の供給物を溶融（加熱）するのに十分なパワー密度をもつ。レーザ 12 のビーム 13 はビーム軸線 18 を有し、光学装置 14 で焦点 15 に収束するよう焦点合わせされる。第 1 図に示した装置では、収束焦点合わせは収束ミラー 17 で行なうが、レンズを用いてもよい。ビーム 13 は光学装置 14 を出てから、溶接ノズル 20 に入る。溶接ノズル 20 の構造および作動については以下に詳しく説明する。ノズル 20 により微粉砕供給材料を基体の溶融部分に導入し、そこで微粉砕供給材料を溶融する。供給材料は溶融した基体材料と混ざり合い、熱が下側の溶融していない基体に奪われるのにつれてビード 22 の形態で迅速に固化する。ノズル 20 の先端から基体 16 までの作動距離は 0.2 インチ程度とするのが代表的である。供給材料の流れは狭

— 17 —

粉末供給装置における粉末および流動化ガスの流量を制御することにより粉末の質量流れを変えることができる。環状通路により粉末を溶接池にその周囲に沿って均一に導入する。通常、レーザビームは基体に直角である。この発明のノズルを用いれば、基体の表面上でのレーザビームの相対的移動の方向を変えるのに、粉末供給機構を調節したり、粉末供給機構の調節を可能にするために相対的移動の速度を変えたりする必要がない。この発明の装置は非常に小形であり、持ちやすく操作しやすい構造体内に収納でき、製造環境でのレーザ溶接をさらに使用しやすくする。この発明の他の特徴および効果は、添付図面に関連したこの発明の原理を例示する以下に述べる好適な実施例についての詳しい説明から明らかになるであろう。

#### 実施例の記載

次にこの発明を図面に示した好適な実施例について説明する。第 1 図はこの発明のレーザ溶接装置の側面図で、一部を破断してレーザビーム通路を示してある。

— 16 —

く、一方向性で、平行にされており、ノズル 20 は基体 16 に近接している。

第 2 図に示すように、ノズル 20 の外側ハウジング 30 は光学装置 14 の下端にねじで係合（螺合）されており、外側ハウジング 30 の中心軸線 32 がレーザ 12 のビーム軸線 18 と一致するようになっている。外側ハウジング 30 は中空で、したがってレーザビーム 13 は光学装置 14 に取り付けられた端部でハウジング内に入り、ハウジング内を中心軸線 32 に沿って通過し、他端でハウジングから外に出る。螺合なので、外側ハウジング 30 の中心軸線 32 をレーザ 12 のビーム軸線 18 と一致させたまま、外側ハウジング 30 を光学装置 14 に対して近づけたり離したり調節自在に移動できる。このように調節できるので、光学装置を変更することなく、レーザの焦点 15 の位置を外側ハウジング 30 に対して調節自在に軸線方向に移動できる。外側ハウジング 30 の外面は通常不規則な円錐台形状である。外側ハウジング 30 の外面に管 36 を数回巻き付け、冷却水配

— 18 —

管 3 7 を通してこのコイル状管 3 6 に冷却水を供給する。外側ハウジング 3 0 の内面は、光学装置 1 4 への取り付け部とは反対側の端部で円錐台表面 3 4 となっている。

外側ハウジング 3 0 内には内側ハウジング 4 0 が配置され、外側ハウジング 3 0 に螺合されている。内側ハウジング 4 0 も中空であり、外側ハウジング 3 0 と同じ中心軸線 3 2 を有する。したがって、レーザービーム 1 3 は内側ハウジング 4 0 内も中心軸線 3 2 に沿って通過する。内側ハウジング 4 0 を外側ハウジング 3 0 に螺合しているため、両ハウジングの軸線方向位置を相互に調節することができ、このため後述する環状通路の寸法を変更することができる。内側ハウジング 4 0 は、光学系 1 4 とは反対側の端部にかつ外側ハウジング 3 0 の円錐台表面 3 4 に隣接して円錐台表面 4 2 を有する。2 つの円錐台表面 3 4 および 4 2 は互いに大体向かい合う関係にあり、両者間に収束する環状通路 4 4 を画定する。内側ハウジング 4 0 および外側ハウジング 3 0 の軸線方向の相対的移

動により環状通路 4 4 の面積が拡大または縮小する。

好ましくは、外側ハウジング 3 0 の円錐台表面 3 4 の円錐半角が内側ハウジング 4 0 の円錐台表面 4 2 の対応する円錐半角より  $2 \sim 10$  度大きく、従って環状通路 4 4 はその出口点 4 6 付近で僅かに収束する。好適例では、円錐台表面 3 4 の円錐半角が約  $20 \sim 45$  度、特に好ましくは約  $30 \sim 35$  度であり、そして円錐台表面 4 2 の円錐半角が約  $20 \sim 35$  度であるが、円錐台表面 3 4 の円錐半角より約  $2 \sim 10$  度小さい。環状通路 4 4 が収束しているため、環状通路の種々の部分の粉末の流れが、中心軸線 3 2 に沿って位置する、したがってレーザービーム軸線 1 8 と一致する共通な合流点に向かって焦点合わせされる。装置 1 0 の制御可能なパラメータの一つはビーム焦点 1 5 と粉末の流れが中心軸線 3 2 と交差する点との相対位置である。たとえば、ある作業条件下では、レーザービーム焦点 1 5 が粉末流れの合流点と一致するのが望ましいが、別の作業条件下では、両者が一

— 19 —

致しない方がよい。平常作業では、粉末を基体の溶融領域に差し向け、レーザービームを基体の表面の上、下または基体表面に焦点合わせする。

好ましくは粉末の形態の微粉砕供給材料を環状通路 4 4 を通してその上端または発散端から装置 1 0 に導入する。粉末供給系は粉末の供給源と、粉末を粉末供給管 5 0 を通して複数の粉末分配管 5 3 に配送する流動化機構（図示せず）とを含む。流動化された粉末は管 5 3 から、出口点 4 6 より上流の環状通路 4 4 の頭部に対称に配置された複数個、代表的には 2 または 4 個の各別の注入口 5 4 を通して環状通路 4 4 に流れる。導入された粉末は通路 4 4 の円周のまわりに分配され、重力およびキャリヤガス流の圧力の作用で出口点 4 6 に向かって流れ、そして通路 4 4 から粉末焦点に向かって出てゆく。

粉末および供給材料の種類によっては、環状通路 4 4 のまわりでの粉末の円周方向分布が望ましい程には均一でないことを見出した。円周方向分布の均一性を増すために、粉末堰（ダム）5 6 を

— 20 —

注入口 5 4 からの粉末の導入点のすぐ下に、外側ハウジング 3 0 の円錐台表面 3 4 の内壁からの内方突起として追加する。この実施例を第 3 図に示し、ここで他の要素は前述した通りである。この実施例では、流動化した粉末供給材料を注入口 5 4 を通して堰 5 6 の裏側の空間に導入する。この空間が一杯になると、粉末が堰 5 6 を越えてあふれ、環状通路 4 4 の下側部分に、それから出口点 4 6 に前述した態様で流れる。粉末のオーバーフローの流量は、定常状態作動では、粉末供給管 5 0 を通しての粉末の全流量に等しい。オーバーフローは円周方向に均一であり、その結果出口点 4 6 を通る粉末の流れが円周方向に均一になる。

軸線方向ガス流ライン 6 0 によりノズル 2 0 に軸線方向ガス流を供給する。軸線方向ガス流ライン 6 0 はノズル 2 0 の内部と、ノズル 2 0 の壁を通して直接、あるいは第 1 図の図示例におけるように光学装置 1 4 の壁を通して連通する。軸線方向ガスはライン 6 0 から光学装置 1 4 およびノズル 2 0 の内部を通して基体 1 6 に向かって流れる。

— 21 —

— 22 —

軸線方向ガス流は光学系およびノズルを溶接はねかえり、煙および熱の逆流による損傷から保護し、ノズルを冷却し、さらに供給材料を基体に向けて差し向けるのを助ける。

好適な方法では、基体 1 6 の表面を溶接中、そこを包囲し酸化を防止するカバーガスにより保護する。カバーガス、代表的にはアルゴンのような不活性ガスを複数の供給源から供給する。軸線方向ガスおよび流動化ガスは、通常一部または全部が不活性ガスであるので、カバーガスの一部となる。ノズル 2 0 全体のまわりに外部ガス流を外部管（図示せず）により与えることができる。カバーガス流を装置 1 0 自身を通して供給してもよい。第 3 図に示したように、1 つ以上のカバーガス管 7 0 を外側ハウジング 3 0 の外面に取り付けることができ、これらの管 7 0 を通るカバーガスの流れを溶接池 6 2 およびそのほぼ近傍に差し向ける。不活性ガスの流れは溶接池およびビード中の金属への、高熱時の酸化や他の環境による損傷を防止するのに有効である。

— 2 3 —

はイオンと電子との高度に電離した集合体であり、限られた体積内で極めて高い温度に達する。この相互作用区域内で供給材料の一部が通常溶融される。レーザービームのエネルギーはプラズマ形成ガス原子および蒸発した供給材料原子から電子を奪う。プラズマは一度開始される、すなわち「点火」されると、ガスおよび供給材料の流れおよびレーザービームが維持される限り自己保持性になる。装置 1 0 は、プラズマを生成して作動させても、プラズマを生成させずに作動させてもよい。

微粉碎供給材料がノズル 2 0 から出てくるときに逆さまの円錐形を形成するのが好ましい。その供給材料がつくる円錐の焦点は調節可能である。すなわち、供給材料の焦点をノズル 2 0 に対して近づけたり遠ざけたりすることができる。供給材料の焦点のこのような調節は、内側ハウジング 4 0 を外側ハウジング 3 0 に対して回転することによって行なう。このような回転により内側ハウジング 3 0 を軸線方向に移動し、環状通路 4 4 の、特にその下端での寸法を増大または縮小する。環

— 2 5 —

レーザービーム 1 3 を光学装置 1 4 によりビーム軸線 1 8 上の焦点 1 5 に焦点合わせする。焦点 1 5 は基体 1 6 の表面の上または下にあるか、または表面と一致する。基体 1 6 に対するノズル 2 0 の位置およびノズル 2 0 に対するビーム焦点 1 5 の位置を調節して、焦点 1 5 付近のレーザービーム 1 3 のエネルギー密度がノズル 2 0 の下の基体の領域を溶融し、溶融または溶接池を形成するのに十分な密度になるようにする。溶接池 6 2 に到達する前に溶融していても、部分的に溶融していてもよい供給材料はこの池 6 2 に導かれ、池の溶融材料と混合する。基体 1 6 を装置 1 0 に対して矢印 6 4 で示す方向に移動するにつれて、溶接池 6 2 は基体 1 6 の表面上を移動し、この結果ビード 2 2 が長くなり、装置 1 0 の軌跡を後追いする。

ビーム 1 3 のパワー密度は焦点 1 5 で最大である。パワー密度がこの位置または任意の他の位置で十分に大きければ、軸線方向ガス、キャリアガス、粉末およびレーザービームのエネルギーの相互作用の結果としてプラズマが生成する。プラズマ

— 2 4 —

状通路 4 4 の寸法を小さくすると、供給材料の円錐とその焦点も変わる。供給材料を溶融するために、供給材料の焦点とレーザービームの焦点とを一致するように調節するのがよい。

通常微粉碎供給材料の少なくとも一部をレーザービームにより完全にまたは部分的に溶融し、そして残りの部分を意図的にまたは非意図的に未溶融状態に留める。耐摩耗性被膜を設けるなど、用途によっては、供給材料の一部が溶融しないままに留まっているのが望ましい。たとえば、供給材料に微粉碎セラミック粉末を含ませることができ、このようなセラミック粉末は基体の表面上に粒子として堆積すると、基体の耐摩耗性を高める。

この発明の実施例の構造および作動の細部について以下に説明するが、これらは具体的な例示であって、この発明を限定するものではない。1 実施例において、外側ハウジングの最大外径は約 2.5 インチ、射出開口 2 4 の直径は約 0.125 インチである。環状通路 4 4 の幅が出口点 4 6 で約 0.060 インチとなるようにハウジング 3 0 お

— 2 6 —

よび40を調節して、ノズル20を作動させる。軸線方向ガス流のガス流量は $2 \sim 15 \text{ ft}^3 / \text{hr}$ である。代表的な作動条件では、粉末の流量が約 $7 \text{ g} / \text{min}$ である。粉末焦点48を溶接池62で基体と一致するように調節する。ノズルの長さは約4インチであるが、この寸法は特に限定されない。レーザは二酸化炭素レーザを100～5000ワットの出力レベルでパルスまたはCWモードで作動させる。

基体またはノズルまたはその両方を移動し、基体とノズルとを相対移動する。ノズルを固定し、基体をXおよびY移動軸を有する電気機械式テーブルに載せ、基体を自動的に進行させるのが好ましい。この移動は移動の速度および方向に関してプログラムされたコンピュータ制御の下で行なう。

軸線方向ガス流には多数の異なるガスおよびガス混合物、たとえばアルゴン、窒素、ヘリウム、水素およびこれらの混合物を使用した。粉末キャリアガスとしてはアルゴンを使用した。セラミックを含めて種々の金属および非金属供給材料を溶

着した。溶接部に溶着できる材料としては、チタン合金、たとえばTi-6Al-4V、タングステン、コバルト合金、ニッケル合金、たとえばIN718およびセラミック材料がある。

この発明は材料を基体の上に溶着する汎用性のある工具を提供する。この発明を特定の実施態様および実施例について説明したが、当業者であれば、この発明がその要旨を逸脱しない範囲内で種々に変更できることが理解できるはずである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の溶接装置の側面図、第2図は同装置の溶接ノズルの断面図、そして第3図はこの発明の別の実施例を示す第2図と同様の断面図である。

10：溶接装置、  
12：レーザ、 13：ビーム、  
14：光学装置、 15：焦点、  
16：基体、 17：ミラー、  
18：ビーム軸線、20：溶接ノズル、  
22：ビード、 30：外側ハウジング、32：

— 27 —

中心軸線、

34：円錐台表面、  
40：内側ハウジング、42：円錐台表面、  
44：環状通路、 46：出口点、  
53：粉末供給管、 54：注入口、  
56：堰、 60：軸線方向ガス流ライン、  
70：カバーガス管。

特許出願人

ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ

代理人 (7630) 生 沼 徳 二

— 28 —

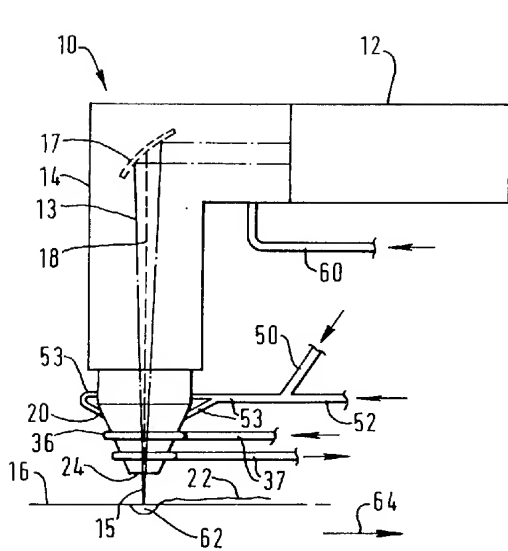


FIG. 1.

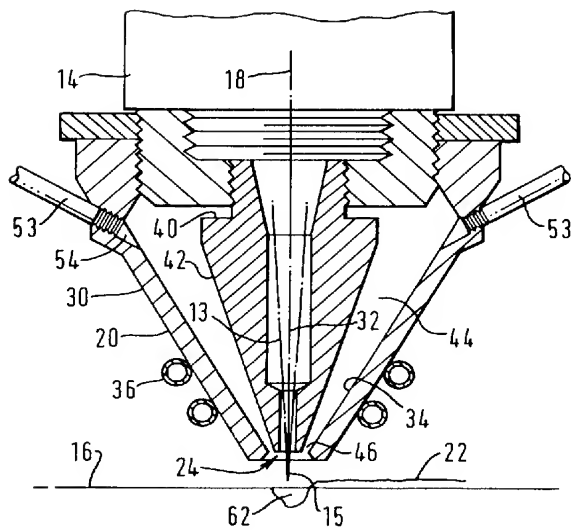


FIG. 2.

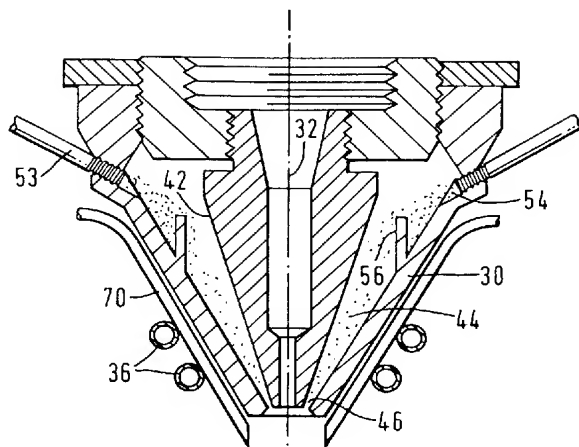


FIG. 3.

第 1 頁の続き

⑦発 明 者

ステファン・アレシン

アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、ケアーネ  
イ・トライブ、261番

**PAT-NO:** JP402258186A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 02258186 A  
**TITLE:** LASER BEAM WELDING METHOD AND ITS EQUIPMENT  
**PUBN-DATE:** October 18, 1990

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
PRATT, VANON DAVID	N/A
WHITNEY, ERIC J	N/A
COOPER, ERNEST BROWN	N/A
ALESHIN, STEPHEN	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
GENERAL ELECTRIC CO	N/A

**APPL-NO:** JP02027345  
**APPL-DATE:** February 8, 1990

**PRIORITY-DATA:** 89307796 (February 8, 1989)

**INT-CL (IPC):** B23K026/00 , B23K026/14

**ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To provide a laser beam welding equipment capable of controlling the heating of a base body by forming a nozzle of inside and outside housings adjustable in the axial direction, directing laser beams with an optical device, making gas flow toward the focus of laser beams and feeding a fine powder material which is mixed with a carrier gas from a gap between the inside and outside housings.

**CONSTITUTION:** A nozzle 20 is formed of an outside housing 30 and an inside housing 40 which is adjustable in the axial direction in relation to the outside housing. Laser beams 13 are directed up to a focus 15 which is positioned in the outside of the nozzle 20 along the axial line of the outside and inside housings 30, 40 by an optical device 14. The flow of gas is generated from the inside housing 40 toward the focus 15 of the laser beams by a gas feeding device. A fine powder material which is mixed with a carrier gas is fed from the gap between the outside and inside housings 40, 30 by the use of a powder feeding tube 53. Thus, a laser beam welding equipment wherein the nature of a weld zone is not changed is provided.

COPYRIGHT: (C) 1990, JPO